

# Международное сравнительное исследование TIMSS-2011 «Естествознание»: результаты и выводы

**Галина Сергеевна Ковалёва,**

*руководитель Центра оценки качества образования Института содержания и методов обучения РАО, кандидат педагогических наук*

**Марина Юрьевна Демидова,**

*заведующая отделом естествознания Московского института открытого образования, кандидат педагогических наук*

• учебные достижения • инструментарий TIMSS • тесты достижений • задания • гендерные отличия • качество естественно-научного образования •

## Оценка учебных достижений

Международное сравнительное исследование TIMSS проводится Международной ассоциацией по оценке учебных достижений (IEA) и Организацией экономического сотрудничества и развития (OECD). С российской стороны в международных исследованиях принимает участие Центр оценки качества образования ИСМО РАО. Исследование TIMSS проводится одновременно по математике и естествознанию в четвёртых и восьмых классах один раз в четыре года, начиная с 1995 года. Наша страна участвует в этом исследовании с начала его проведения для восьмых классов и с 2003 года — для четвёртых классов. Кроме того, в рамках TIMSS иногда сравниваются достижения учащихся по углублённым курсам математики и физики (последнее такое исследование проводилось в 2008 году).

В последнем этапе TIMSS-2011 принимали участие более 600 тысяч учащихся из 63 стран мира: в 50 странах тестировались ученики четвёртых классов и в 42 странах — ученики восьмых классов.

Полный инструментарий TIMSS включает: тесты достижений; анкеты для учащихся, учителей, администрации школы, наблюда-

телей за тестированием, экспертов-предметников; методическое обеспечение — руководство исследованием; программное обеспечение. Инструментарий исследования позволяет оценить и проанализировать не только достижения учащихся, но и факторы, влияющие на эти достижения, такие как особенности учащихся (отношение к предметам, планы на будущее и т.д.); особенности семьи (образование родителей, домашние образовательные ресурсы и т.д.); профессионализм учителей; особенности учебного процесса.

## Тесты

Тест TIMSS состоит из четырёх блоков заданий: два по математике и два по естествознанию. В каждом варианте теста для учащихся четвёртых классов предлагается 44–50 заданий, для учащихся восьмых классов — 55–60 заданий по математике и естествознанию. На выполнение всего теста давалось 72 мин. с перерывом в четвёртом классе и 90 мин. — в восьмом классе. В исследовании естественно-научной подготовки для каждой параллели около двухсот заданий. При этом задания по естествознанию для четвероклассников относились к трём различным содержательным

блокам: элементы биологии, элементы физики и элементы географии и астрономии; для восьмиклассников — биологии, физики, химии и географии. Для наших учеников необычна сама форма такой проверки, когда в один тест включаются задания сразу по нескольким предметам.

В качестве примера приведём несколько заданий из естественно-научной части одного из вариантов для восьмого класса, которые показывают как разнообразие проверяемого содержания, так и спектр умений, необходимых для успешного выполнения заданий.

#### Пример 1 (биология)

Оля пришла в школу с простудой. Несколько дней спустя половина её подруг также заболела. Назовите одну наиболее вероятную причину, объясняющую, почему часть её одноклассниц заболела, а другая — нет.

#### Пример 2 (химия)



Три одинаковых свечи поставили в три банки, как это показано на рисунке, и одновременно зажгли. Банки Y и Z закрыли, а банку X оставили открытой.

Какая свечка погаснет первой (X, Y, или Z)? \_\_\_\_\_

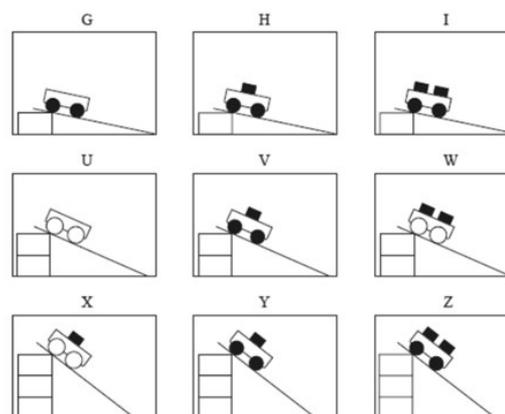
Объясните свой ответ.

#### Пример 3 (география)

Почему появление «дыры» в озоновом слое Земли может отрицательно воздействовать на людей? Укажите одну из причин.

#### Пример 4 (физика)

На рисунке показаны схемы девяти опытов, которые проделал Джон. Он взял тележки с колёсами двух различных размеров. На тележки он поставил разное количество кубиков одинаковой массы. Джон пускал тележки с различной высоты по одной и той же дощечке.



Он хотел проверить следующую идею: чем с большей высоты скатывается тележка, тем больше её скорость в конце дощечки. Какие три опыта ему следует сравнивать для этого?

- a) G, H и I;                      b) I, W и Z;
- c) I, V и X;                      d) U, W и X;
- e) H, V и Y.

Основа для оценки естественно-научной подготовки — содержание естественно-научного образования, признанное специалистами стран-участниц важным для освоения в начальной и основной школе, а также виды учебно-познавательной деятельности, в процессе которой ученик должен продемонстрировать свои знания и умения. Отобранное содержание и виды деятельности представлены в специальной программе, на основе которой и разрабатывалась естественно-научная часть теста.

#### Программы

Программа исследования TIMSS — результат согласования позиций экспертов более чем из 60 стран-участниц проекта. Таким

образом, эта программа отражает те элементы содержания, которые считаются важными для изучения и изучаются в школах большинства стран-участниц. Сравнение программы исследования TIMSS с отечественными примерными программами (имеются в виду новые примерные программы, поддерживающие стандарт) позволяет сделать два основных вывода.

В начальной школе раздел «Естествознание» отечественного предмета «Окружающий мир» существенно меньше по тематическому наполнению и объёму понятийного аппарата, чем «международная программа». Так, из географического блока наши дети не получают на уроках даже элементарных представлений о геологической истории Земли, полностью отсутствует блок, касающийся физических явлений. Например, с электрическими явлениями дети XXI века в нашей школе впервые знакомятся только в восьмом классе, а не в начальной школе, как в большинстве стран.

Содержание отечественных систематических курсов биологии, физики, химии и географии для основной школы по номенклатуре изучаемого фактического материала существенно превышает программу международного исследования TIMSS. Правда, на момент тестирования наши школьники ещё не изучили некоторые элементы содержания по физике (например, звуковые и световые явления) и отдельные разделы по биологии (например, «Общие закономерности жизни»). Поэтому выполняя тесты TIMSS, они отвечали на вопросы как по уже изученному материалу, так и по тому, который ещё не проходили.

Кроме содержания, каждое задание в исследовании характеризуется и умениями, которые должны были продемонстрировать учащиеся при выполнении этого задания. Все проверяемые умения и виды учебно-познавательной деятельности были разделены на три большие группы:

- фактические знания;
- понимание и применение знаний;
- объяснение, установление причинно-следственных связей и анализ.

### Задания

Задания на проверку фактических знаний требовали от учащихся воспроизвести фактические знания, определить, описать или продемонстрировать знания об использовании приборов и материалов, методов и процедур. При выполнении заданий на понимание и применение понятий учащимся необходимо было приводить примеры, раскрывающие понятия; сравнивать, противопоставлять, классифицировать объекты или использовать наглядные представления и модели. В заданиях на объяснение, анализ и установление причинно-следственных связей от учащихся требовалось проанализировать и объяснить различные явления, спланировать исследование, сформулировать гипотезы или предположения, решить нестандартные задачи и т.д. В тестах для восьмиклассников процент заданий, проверяющих более сложные умения, был выше, чем в тестах для начальной школы.

Итоги исследования TIMSS-2011 показывают, что мы можем гордиться нашим естественно-математическим образованием.

### Результаты

Результаты российских четвероклассников составили по международной шкале **552 балла**, что существенно превышает средний международный уровень. Из 52 стран-участниц исследования TIMSS результаты статистически *выше РФ* продемонстрировали *лишь три страны*: Республика Корея, Сингапур и Финляндия. Статистически неразличимые результаты у РФ с *двумя странами*: Япония и Тайвань. Результаты ниже России показали 44 страны.

Результаты российских восьмиклассников по международной шкале составили **542 балла**, что значительно выше среднего международного уровня. Из 45 стран-участниц исследования результаты статистически *выше РФ* продемонстрировали *пять стран*: Сингапур, Тайвань, Республика Корея, Япония и Финляндия. Статистически неразличимые результаты у РФ с тремя странами: Словения, Гонконг и Англия. Результаты ниже России у 33 стран.

Кроме среднего балла, для каждой страны выделялись группы учащихся с разными уровнями подготовки. Всего было выделено четыре уровня. Продвинутый уровень определялся на международной шкале баллом 625, а учащиеся, достигшие этого уровня, при выполнении теста демонстрируют, как усвоены достаточно сложные и абстрактные естественно-научные понятия. Высокий уровень соответствовал 550 баллам, эта группа учащихся показывает усвоение достаточно сложных и абстрактных естественно-научных понятий. Средний уровень означает, что школьники способны узнавать и воспроизводить основные научные знания по различным разделам естествознания, и соответствует 475 баллам. Учащиеся, достигшие лишь низкого уровня (400 баллов), знают только некоторые основные факты в области биологии, физики и химии.

Различия между этими уровнями определяются объёмом и глубиной освоения предметных знаний и умений; контекстом решаемой проблемы (например, из повседневной жизни или научных исследований); уровнем умений в научных исследованиях; сложностью используемых в задании рисунков, диаграмм, графиков и таблиц; полнотой ответов. **Половина** российских учащихся продемонстрировала высокий и продвинутый уровни подготовки, т.е. обладают соответствующей их возрасту системностью естественно-научных представлений.

Интересно проследить за результатами выполнения групп заданий, относящихся к разным естественно-научным предметам. Здесь у наших четвероклассников средние результаты по разным содержательным блокам мало отличаются друг от друга, хотя чуть хуже выполнялись задания, затрагивающие элементы физики (в среднем 549 баллов по сравнению с 556 баллами по биологии). А вот восьмиклассники продемонстрировали наиболее высокие результаты для групп заданий по химии и физике (соответственно 554 и 547 баллов по сравнению с 537 и 535 по биологии и географии). Для наших внутренних процедур оценки качества естественно-научного образования картина ровно противоположная. Как правило, наши тесты по физике и химии выполняются учащимися существенно хуже, чем по биологии и географии. А на

международной арене, как оказалось, успех нашей страны обеспечивается в большей мере именно физикой и химией.

Приоритетные технологии, которые используются в той или иной стране при преподавании предметов естественно-научного цикла, отражает профиль распределения средних результатов для групп заданий, проверяющих различные умения. Здесь наши результаты и в начальной, и в основной школе распределяются примерно одинаково: наиболее высокие показатели у заданий, проверяющих фактические знания, чуть ниже — у заданий на применение знаний, и самые низкие для тех случаев, когда необходимо привести объяснение или предложить способ исследования. В целом такое распределение соответствует средним международным показателям: чем проще умение, тем лучше оно сформировано. Но интересно обратиться к результатам стран Юго-Восточной Азии, которые показывают результаты выше российских. Спектр сформированности умений у лидеров исследования TIMSS противоположен нашему. Если для РФ средний балл для заданий на знание фактического материала составляет 557 баллов, на применение — 539 баллов, а на объяснение — 533 балла, то для Японии ситуация ровно противоположная: 541 балл — знание, 561 балл — применение и 568 баллов — объяснения. В Японии дети лучше выполняют задания, требующие развёрнутых объяснений явлений, выявления причинно-следственных связей, чем задания, в которых нужно просто вспомнить о том, как называется или для чего используется тот или иной объект.

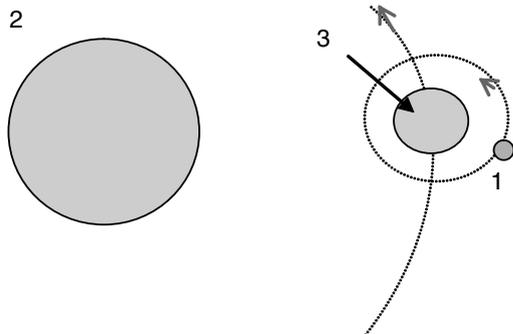
### Задания

Пожалуй, такое распределение результатов по видам деятельности — наиболее тревожный симптом для нашего естественно-научного образования. Ниже приведены примеры заданий, которые хорошо показывают, в каких случаях наши школьники занимают лидирующие положения, а в каких серьёзно уступают своим сверстникам из многих стран.

### Пример 5

4-й класс, задание проверяет фактически знания.

На рисунке внизу изображены Земля, Луна и Солнце. Каждое из этих тел обозначено цифрой. Стрелки показывают направление движения каждого тела.



Запиши в каждой строчке цифру (1, 2 или 3), которой обозначено соответствующее тело.

Земля обозначена цифрой \_\_\_\_\_

Луна обозначена цифрой \_\_\_\_\_

Солнце обозначено цифрой \_\_\_\_\_

Средний процент выполнения для РФ — 74%, второе место среди всех стран-участниц. Средний международный результат — 49%.

### Пример 6

8-й класс, задание проверяет фактическое знание.

Что происходит с молекулами жидкости, когда жидкость охлаждается?

- A. Они движутся медленнее.
- B. Они движутся быстрее.
- C. Их число уменьшается.
- D. Их размеры уменьшаются.

Средний процент выполнения для РФ — 77%, третье место среди всех стран-участниц. Средний международный результат — 58%.

### Пример 7

4-й класс. Задание проверяет умение объяснять результаты опыта.

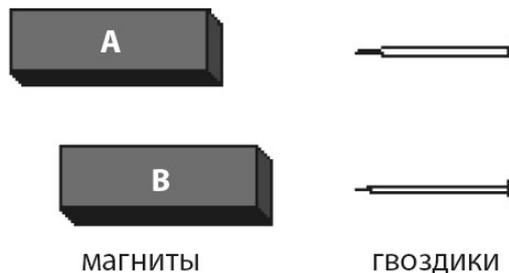
У Лизы есть два магнита (A и B) и два одинаковых металлических гвоздика. Она дви-

гала магнит A вдоль стола до тех пор, пока гвоздик не притянулся к магниту.

Она двигала магнит B вдоль стола до тех пор, пока гвоздик не притянулся к магниту.

Лиза обнаружила, что магнит A притянул гвоздик с расстояния 15 см, а магнит B притянул гвоздик с расстояния 10 см. Серёжа сказал, что оба магнита одинаково сильные.

Согласен ли ты с Серёжей?



Отметь одну клетку.

Да Нет

Объясни свой ответ.

Средний процент выполнения для РФ — 27%, 24-е место среди всех стран-участниц. Средний международный результат — 26%. (Сингапур — 66%, Япония — 50%).

Думается, что человеку, живущему в век информационных технологий, необходимо не столько помнить множество фактов (всю фактическую информацию можно легко и быстро найти в Интернете), сколько уметь оперировать этой информацией. Наверное, стоит оценить этот опыт преподавания и попытаться переориентировать нашу систему обучения в сторону формирования сложных видов учебной деятельности.

### Гендерные отличия

В процессе отечественных процедур оценки качества образования достаточно редко рассматриваются вопросы гендерных отличий в обучении, а в исследовании TIMSS это один из измеряемых параметров. В нашей стране для начальной школы в целом по естествознанию не было выявлено различий между естественно-научной подготовкой девочек и мальчиков (соответствен-

но 553 и 552 балла), для восьмиклассников зафиксировано значимое превышение результатов мальчиков (546 баллов) над естественно-научной подготовкой девочек (539 баллов). Такая картина наблюдается в большинстве стран-участниц исследования, хотя в некоторых зафиксированы лучшие результаты именно для девочек (Армения, Грузия, Таиланд, Оман, Бахрейн, Тунис).

В нашей стране на обеих ступенях образования результаты девочек по биологии значительно выше результатов мальчиков. В начальной школе существенных отличий в результатах не наблюдается, а вот химия, физика и география в основной школе явно лучше усваиваются мальчиками. Если проанализировать результаты мальчиков и девочек по группам заданий, проверяющих разные умения, то здесь разницы в профиле сформированных сложных умений практически не наблюдается. Преимущество в результатах обеспечивается фактическим знанием определённых элементов содержания. Например, восьмиклассницы с большим «отрывом» от своих сверстников выполняют задания, связанные с вопросами наследственности. Мальчики лучше девочек отвечают на вопросы, связанные с любыми техническими устройствами или приборами. Поэтому можно говорить о том, что процесс обучения естественным наукам в нашей школе идёт практически с одинаковым успехом как для мальчиков, так и для девочек. Разница же в результатах объясняется, прежде всего, влиянием внешкольной информации и естественной мотивацией на лучшее запоминание тех фактов, которые более интересны либо девочкам, либо мальчикам.

### Качество естественно-научного образования

TIMSS является мониторинговым исследованием и позволяет проследить динамику изменения качества естественно-научного образования. Россия в исследовании TIMSS в течение трёх циклов (2003 г, 2007 г. и 2011 г.) демонстрирует **очень значительный** рост результатов.

За это время результаты учащихся четвёртых классов по международной шкале вы-

росли **на 26 баллов**, а учащихся восьмых классов — **на 38 баллов**. Это один из самых значительных «приростов качества» естественно-научной подготовки среди всех стран-участниц исследования. По всем содержательным областям, кроме физики, и в четвёртых, и в восьмых классах отмечается равномерный прирост результатов.

Для физики же в начальной школе результаты снизились с 552 до 548 баллов. Оно и понятно: мы никак не хотим обратить внимание на важность изучения этих вопросов в курсе начальной школы. В восьмых классах, напротив, результаты выполнения заданий по физике продемонстрировали самый высокий прирост (на 26 баллов — с 521 балла в 2007 г. до 547 баллов в 2011 г.) по сравнению со всеми остальными содержательными областями (от 9 баллов по географии до 14 баллов по химии).

### Отличия

Помимо результатов выполнения тестов в исследовании TIMSS собираются различные статистические данные об организации учебного процесса, об отношении учащихся к учебным предметам и т.п. Отметим три момента.

- Для нашей страны фиксируются существенные отличия качества естественно-научного образования между учащимися крупных городов и сельских школ. Средние результаты выполнения естественно-научной части теста TIMSS существенно выше у школьников в крупных городах, чем у их сверстников в сельских школах (для школ городов с населением более 100 тыс. человек — 566 баллов для четвёртых классов и 553 балла для восьмых классов; для школ населённых пунктов с численностью жителей менее 15 тыс. человек — 533 балла для четвёртых классов и 525 баллов для восьмых классов).

- У нас самый большой в мире штат учителей со стажем педагогической работы более 20 лет (71% в начальной школе и 62% в основной школе). При этом молодых учителей со стажем работы до пяти лет у нас лишь 4%. Средние международные показатели составляют здесь соответственно 33% для стажа более 20 лет и 20% для учителей

со стажем менее пяти лет. Даже в стране долгожителей Японии процент учителей, работающих в школе более 20 лет, составляет 49%, а в США их лишь 24%.

- По результатам заполнения школьниками анкет 62% российских четвероклассников проявляют устойчивый интерес к изучению естествознания, но при этом успешными на школьных уроках окружающего мира (в рамках естественно-научной части курса) ощущают себя лишь 48%. По сравнению с выпускниками начальной школы у восьмиклассников резко снижается интерес к изучению естественных наук (в среднем лишь 33% по сравнению с 62% четвероклассников). При этом только пятая часть восьмиклассников признаёт важность изучения естественных наук для жизни или для продолжения образования и считает себя успешными в изучении какого-либо из естественно-научных предметов.

### Рекомендации

По результатам страны в международных исследованиях качества образования должны приниматься управленческие решения по совершенствованию процесса обучения. Какие же рекомендации можно сделать на основании приведённых выше итогов очередного этапа исследования TIMSS?

- Необходимо рассмотреть вопрос о некоторой коррекции содержания предметов естественно-научного цикла. Очевидно, настало время пересмотреть исторически сложившееся содержание естествознания в начальной школе, углубить физико-химические и географические знания. В основной школе высокие результаты наших учащихся обеспечиваются преимущественно за счёт большого запаса фактических знаний и умения их применять в типовых учебных ситуациях, однако нам явно не хватает времени осмыслить значение получаемых знаний, научить использовать эти знания в нестандартных ситуациях. Содержание систематических естественно-научных курсов в основной школе нуждается в разгрузке фактического материала, а учебно-методические комплекты — в наполнении заданиями, базирующимися на реальных жизненных ситуациях, требующими для выполнения достаточно сложных видов учебной

деятельности, в том числе проектной и учебно-исследовательской.

- Анализ результатов исследования TIMSS показывает, что наименьший «разрыв» со средними международными показателями у наших школьников при выполнении заданий, в которых требуется различить отдельные этапы наблюдений и опытов или интерпретировать результаты несложных исследований, то есть очевиден дефицит методологических умений. В современных условиях знакомство с методологией научного познания рассматривается как неотъемлемая и крайне важная часть естественно-научного образования, поскольку формирует инструментарий для оценки достоверности научной информации, а значит, становится и основой развития критического мышления. Здесь можно говорить о необходимости усилить практическую часть естественно-научных курсов, увеличить учебное время на проведение исследований на реальном оборудовании, обновить учебное оборудование для фронтального эксперимента. Целесообразно ввести в учебно-методические комплекты по окружающему миру систему лабораторных учебных опытов, формирующих умения самостоятельно проводить простейшие наблюдения и опыты. Что касается систематических курсов основной школы, то можно рекомендовать включить в контрольные измерительные материалы государственной итоговой аттестации (ГИА) по химии и биологии экспериментальные задания на реальном оборудовании, что обеспечит мониторинг формирования методологических умений.

Эти меры позволят нам и в будущем не сдавать высоких позиций на международном уровне, совершенствовать процесс обучения естествознанию в соответствии с современными требованиями. □